تمدد الزمن Time dilation

لقد استخدمنا فرضيات النسبه الخاصه لدراسة كيف ان الحركه النسبيه تؤثر قياسات الفترات الزمنيه والاطوال .

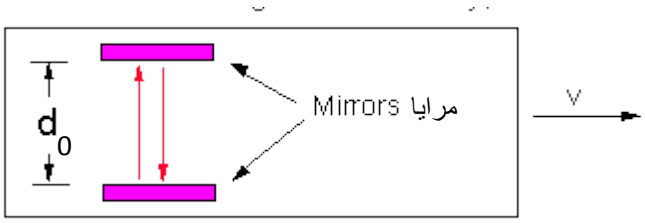
نابض ساعه متحركه بالنسبه لمشاهد يتذبذب بسرعة ابطاء مما لو كانت الساعه ساكنه بالنسبه له اي لو كان شخص على متن طائره يلاحظ فتره زمنيه t_0 بين حدثين في الطائره فاننا على الارض سوف نلاحظ فتره زمنيه t اطول من t_0 بين نفس الحدثين .المقدار t_0 ،الذي يحدد الفتره الزمنيه بين حدثين يقعان في نفس المكان بالنسبه لمرجع الراصد ، يدعى بالزمن الحقيقي proper Time بين الحدثين .عندما نرصد الحاله من الارض نلاحظ ان الحدثين اللذين يحددان بداية ونهاية الفتره الزمنيه يكونان في موقعين مختلفين . ونتيجه لذلك فان الفتره الزمنيه بين الحدثين تظهر اطول من الزمن الحقيقي ، هذه الظاهره تدعى بظاهرة تمدد الزمن .

يمكن اشتقاق معادلة الزمن النسبي بافتراض وجود ساعتين ضوئيتين متماثلتين .

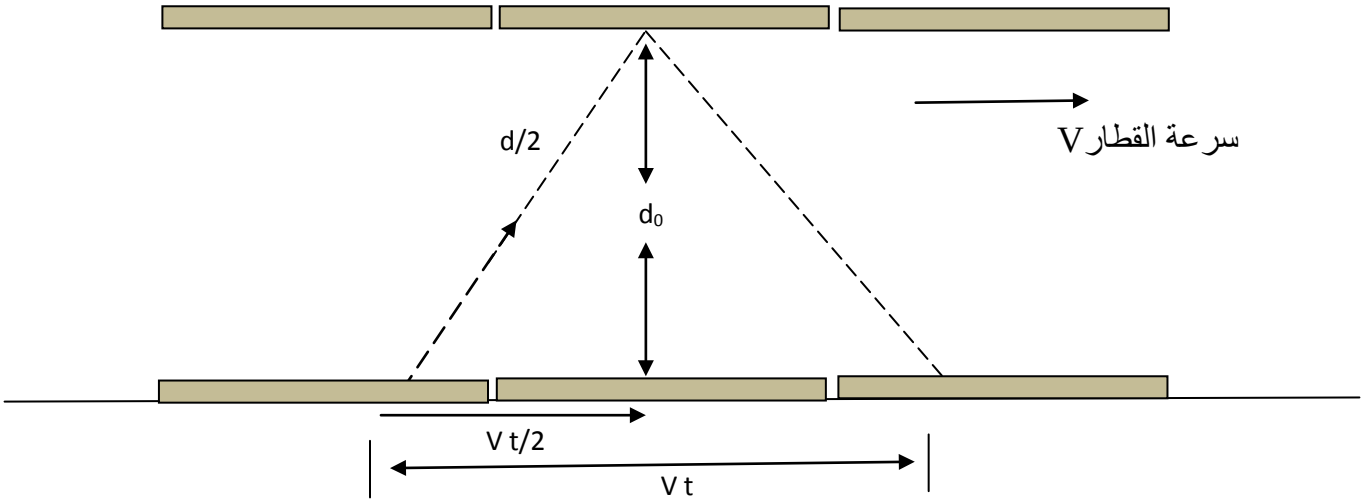
*الساعة الاولى ثابتة على سطح الارض .الساعة الثانية مثبتة داخل قطار يسير بسرعة نسبية (محور الساعة عمودي على الحركة)

*المراقب الثابت يقيس الزمن اللازم لنبضة الضوء لتصل من المراءة الاولى الى الثانية :

$$t = 2d_0 / c \text{ ..... } 1$$



المراقب يشاهد الساعة المتحركة بالشكل التالي (حيث ان $t^{\backslash}$ الزمن المحسوب من قبل المراقب على سطح الارض ،اي لحضة انطلاق النبضة فان المرايا ستقطع مسافة $V\,t^{\backslash}$) :



$$d^2/2 = d_0 + \left(\frac{vt}{2}\right)^2$$

$$\left(\frac{ct}{2}\right)^2 = d_o^{\ 2} + \left(\frac{vt}{2}\right)^2 \quad .....2$$

$$\frac{t^2}{4}\,(C^2 - V^2) = d_o^{\ 2}$$

$$t^2 = \frac{4L_o^2}{c^2 - v^2} = \frac{(2L_o)^2}{c^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

$$t = \frac{2d_0/c}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad .....3$$

اذن من المعادلة 1:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

يلاحظ ان:

1 - سرعة الضوء هي اعلى سرعة معروفة وليس هناك جسيم يسير بسرعة الضوء اي ان v<c دائما وهذا يعني ان الكميه تحت الجذر تكون موجبه واقل من الواحد ، اذآ فان الزمن الذي يقيسه المراقب O' اقصر من الزمن الذي يقيسه المراقب O

2 - عندما تكون v<<c (السرعه العاديه) فان الزمنين المقاسين من قبل المراقبين ، وتؤول معادلات التحويلات النسبيه الى المعادلات الكلاسيكيه وهذا يعني ان المعادلات الكلاسيكيه في حاله خاصه من التحويلات النسبيه عندما تكون السرعه صغيره جدآ .

v<<c عندها يكون t=t'

مثال / مالسرعه التي يجب ان تسير بها مركبه فضائيه بالنسبه للارض لكي يمضي يومان بالنسبه للارض مقابل كل يوم في السفينة ؟

الحل/

$$t = \frac{t_o}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$2(day) = \frac{1(day)}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = \sqrt{\frac{3}{4}} \quad c$$

$$v = 2.6 \times 10^8 \text{ m/s}$$